

LabVIEW/FPGA を用いたオープンソース SPM コントローラの開発

Open-source SPM controller with LabVIEW/FPGA

阪大基工¹, CSRN-Osaka² °野村 光^{1,2}, (D)Kwan Hon¹, (M1)乗松 拓実¹, (M1)延壽 耕平¹,
(M2)安倍 祥太¹, (M2)堀内 遊宇¹, 後藤 穰^{1,2}, 鈴木 義茂^{1,2}

Osaka Univ.¹, CSRN-Osaka², °Hikaru Nomura^{1,2}, Kwan Hon¹, Takumi Norimatsu¹, Kohei Enju¹,
Shota Abe¹, Yu Horiuchi¹, Minori Goto^{1,2}, Yoshishige Suzuki^{1,2}

E-mail: nomura@mp.es.osaka-u.ac.jp

近年、走査型プローブ顕微鏡法 (SPM: scanning probe microscopy) を用いた計測は、SPM を単体で使用するものから、例えば大型放射光施設を用いた軟 X 線磁気円二色性(MCD)を使用した計測といった複数の機器を組み合わせたものへと複雑化している。このような計測では、個々の装置に最適化された走査プローブ顕微鏡の制御、すなわち装置毎にカスタマイズされた制御が必要不可欠となる。しかしながら、このような専用の制御システム開発には多くのリソースを必要とする。SPM に携わる研究者間にて SPM 制御の基本的な制御システムを共有することで、SPM を基盤とする研究開発を加速することが可能となる。そこで、我々はプログラムの作製が比較的容易な LabVIEW/FPGA を用いた SPM コントローラを開発した[1]。

本制御システムは、LabVIEW ならびに LabVIEW FPGA モジュールを用いて開発されており、Windows 上にて利用可能なグラフィカルユーザインタフェースを持つ。フィードバック、傾き補正、探針保護等の比較的高速な処理が必要なものは FPGA 上に実装されており、その他の制御は、FPGA-Windows PC 間でのデータ通信を用いて実装している。フィードバック設定や探針・試料走査、データ取得といった基本的なモジュールを内包しており、これらを組み合わせることで二次元走査等ユーザが必要な機能を容易に作成可能である。新規に作成した機能はコマンドとして登録され、このコマンドを動的に呼び出すことにより制御を行う。また、Python を用いたサーバ/クライアント機能も有している。このサーバへ前述したコマンドを指示することで、システム全体のスクリプト制御が可能となっている。機械学習用モジュールが多数開発されている Python 言語を使用出来ることから、人工知能を用いた SPM 制御などが容易に開発できる。さらに、コロナ禍におけるリモート実験も容易となっている。本講演では、本システムの詳細ならびに拡張方法について紹介する。

我々は、本プログラムが将来の様々な挑戦的研究の助けとなることを期待している。

本研究は、JSPS 科研費 15H02244, 19H00860, 20H05655 ならびに JST CREST JPMJCR20C6 の支援を受けて実施されたものです。

[1] <https://github.com/HikaruNomura/OpenLabSPM.git>